



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

岐阜県におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-07-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 向井, 貴彦, 池谷, 幸樹, 古屋, 康則, 大仲, 知樹, 高木, 雅紀, 塚原, 幸治, 寺町, 茂, 吉村, 卓也 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/50114

岐阜県におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布

向井 貴彦^{1*}・池谷 幸樹²・古屋 康則³・大仲 知樹⁴・
高木 雅紀⁵・塚原 幸治⁶・寺町 茂⁷・吉村 卓也⁸

¹ 〒 501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学地域科学部

² 〒 501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町 1453

岐阜県世界淡水魚園水族館 アクア・トト ぎふ

³ 〒 501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学教育学部

⁴ 〒 484-0094 愛知県犬山市大字塔野地字大畦 364 番地の 2

NPO 法人 犬山里山学研究所

⁵ 〒 500-8889 岐阜市大縄場 3-1 岐阜県立岐阜高等学校

⁶ 〒 501-3217 岐阜県関市下有知 4063-7 岐阜・美濃生態系研究会

⁷ 〒 501-0417 岐阜県本巣市屋井 936-1

⁸ 〒 500-8701 岐阜市今沢町 18 番地 岐阜市自然共生部自然環境課

Distribution of two cryptic species of *Lethenteron* lamprey in Gifu Prefecture, Japan

Takahiko Mukai^{1*}, Koki Ikeya², Yasunori Koya³, Tomoki Onaka⁴, Masaki Takagi⁵,
Koji Tsukahara⁶, Shigeru Teramachi⁷ and Takuya Yoshimura⁸

¹ Faculty of Regional Studies, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu, 501-1193, Japan

² Gifu World Fresh Water Aquarium, 1453 Kawashimakasada, Kakamigahara, Gifu, 501-6021, Japan

³ Faculty of Education, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu, 501-1193, Japan

⁴ NPO Inuyama Satoyamagaku Kenkyujo, Inuyama, Aichi, 484-0094, Japan

⁵ Gifu Prefectural Gifu High School, 3-1 Onawaba, Gifu, 500-8889, Japan

⁶ Gifu Mino Ecological Research Group, 4063-7 Shimouchi, Seki, Gifu 501-3217, Japan

⁷ 936-1 Yai, Motosu, Gifu, 501-0417, Japan

⁸ Gifu City Hall Environmental Division, 18 Imazawacho, Gifu 500-8701, Japan

Abstract. Geographical distribution of two cryptic lamprey species, *Lethenteron* sp. 1 (northern species) and *L.* sp. 2 (southern species) in Gifu Prefecture, Japan were surveyed by using multiplex PCR method. The result showed that the distributions of the two cryptic species were different. The northern species inhabited in small brooks with spring waters in lowland area, whereas the southern species was in relatively large streams and rivers in mountainous region of the prefecture. The small brooks where the lamprey could be in have been decreased by urbanization in lowland area, thus the northern species might be more vulnerable than the southern species in this prefecture.

*連絡先 (Corresponding author): tmukai@gifu-u.ac.jp

(要約)

岐阜県のスナヤツメ北方種と南方種をミトコンドリア DNA の種特異的 Multiplex PCR によって判別し、その分布を調査した。両種は形態的な識別が困難な隠蔽種とされているが、Multiplex PCR による種判別をした結果、北方種は美濃地方の平野部の小規模河川に多く分布し、南方種は飛騨地方を含む比較的規模の大きな河川に広く分布することが明らかになった。平野部の小河川に分布が限られる傾向にある北方種は、河川本流を含む広い生息域の南方種に比べて岐阜県内での絶滅リスクが高いと考えられた。

スナヤツメ類は日本の北海道から九州に生息する純淡水性のヤツメウナギであり、水質悪化や河川改修によって生息環境を減らしているとされてきた(環境省, 2003)。しかし、1990年代にアロザイム分析とミトコンドリア DNA の系統解析によって、それまで「スナヤツメ」とされてきたものは生殖的に隔離された2種に分けられることが明らかになり(Yamazaki and Goto, 1996)、現在ではスナヤツメ北方種 *Lethenteron* sp. 1 とスナヤツメ南方種 *L.* sp. 2 と呼ばれている(環境省, 2010)。両種は形態的に区別できず(Yamazaki and Goto, 1997)、同所的な生息地では生息環境に差が無いことから(Yamazaki, 2007)、遺伝的解析以外では識別困難な隠蔽種とされている。また、両種の地理的分布には、北方種が北海道から本州中部に分布するのに対して、南方種は本州の東北地方から九州、朝鮮半島に分布するといった違いがある(Yamazaki *et al.*, 1999; Yamazaki *et al.*, 2003)。

岐阜県はスナヤツメ北方種と南方種の両種が分布する地域であり、北方種の分布の西南限に近いことが知られている(Yamazaki *et al.*, 2003)。しかし、岐阜県において両種とも県内に広く分布しているのかどうかは不明であった。そのため、2001年の岐阜県版レッドデータブックでは、スナヤツメ2種を区別せず、湧水や伏流水を必要とするという一般的な知見から県内に広く分布する準絶滅危惧種として評価していた(岐阜県, 2001)。しかし、北方種と南方種の岐阜県内での生息状況が大きく異なれば、保全上の優先度も両種の間で大きく異なる可能性がある。また、北方種と南方種の両方が分布するようになった生物地理学的な歴史や、生態的に類

似した種の共存のメカニズムなどは、日本列島における淡水魚の多様性や進化について知る上で重要な知見となるが、それらの研究の基礎となる両種の分布についての詳細な情報は不足している。そこで、本研究ではスナヤツメ北方種と南方種を、簡便な DNA 解析法である種特異的 Multiplex PCR によって判別し、岐阜県内における両種の分布の概要を知ることを目的とした。

材料と方法

DNA 解析用の供試魚には、2008年から2011年に岐阜県内の15地点でタモ網を用いて採集した85個体を用いた(Table 1)。採集された個体のほとんどはアンモシーテス幼生であり、成体は武儀川(地点5)産の2個体、今川(地点6)産の6個体、逆川(地点10)産の1個体のみである。採集地点の多くは河川の細砂もしくは砂泥が堆積した環境だったが、逆川(地点10)、五六川(地点11)、杭瀬川支流(地点15)は湧水の影響のある泥底の小河川であった。管瀬川(地点13)の個体も湧水によって周囲より水温の低くなった川砂混じりの泥底で採集された。スナヤツメ2種は環境省および岐阜県のレッドリスト(環境省, 2010; 岐阜県, 2010)に掲載されている希少生物であり、研究にあたって保全上の配慮が必要であるが(日本魚類学会自然保護委員会・編集委員会, 2004)、遺伝的に同定した標本が岐阜県内の公的機関に皆無であったため、本研究において採集した標本の多くは99.5%エタノールで保存し、岐阜県博物館に登録・保管した(登録番号 GPM-Z 16436-16465、

Table 1. Distributions of two *Lethenteron* species in Gifu Prefecture, Japan.

	N	S
Miyagawa River System		
1. Miyagawa	-	7
Kisogawa River System		
2. Hidagawa	-	*
3. Waragawa	-	3
Nagaragawa River System		
4. Yamato	-	1
5. Mugigawa	-	2
6. Imagawa	-	12
7. Nagaragawa (Kano)	-	5
8. Ijiragawa	15	7
9. Itayagawa	-	2
10. Sakashimagawa	11	-
11. Gorokugawa	10	-
12. Nagaragawa (Esaki)	1	-
Ibigawa River System		
13. Kudasegawa	1	-
14. Itonuki	-	2
15. Kuisegawa	4	-
16. Imasugawa	-	2
17. Tsuyagawa	*	-

N, Northern species; S, Southern species. Asterisks are records from Yamazaki *et al.* (2003).

16469, 付表). 一部の個体はヒレのみ採取して生体は再放流した。

DNAの抽出はロシュ・ダイアグノスティクス社の High Pure PCR Template Preparation Kit を用いておこない、Yamazaki *et al.* (2003) に従って設計した北方種と南方種の判別用プライマーセットによる種特異的 Multiplex PCR で2種の判別をおこなった。PCRの温度条件は Yamazaki *et al.* (2003) に従った。PCRにはニューイングランドバイオラボ社の Crimson Taq PCR sampler のバッファーとタカラバイオ株式会社の Ex Taq DNA ポリメラーゼを使用した。増幅の弱いサンプルは、バイオマトリカ社の PCRboost を反応液に添加して PCR をやり直した。1サンプルあたりの反応液量は 10 μ l とし、2%アガロースの電気泳動にほぼ全量を使用して結果を確認した。電気泳動像の染色にはインビトロジェン社の SYBR Safe を使用した。

Yamazaki *et al.* (2003) の Multiplex PCR では、北方種から 1073塩基対 (bp) と 790bp, 南方種から 1073bp と 472bp の2つの増幅産物がそれぞれ得られると予想されるため、両種とも2本のバンドが現れていることを確認した。2種の分布の比較には、Yamazaki *et al.* (2003) で示された2地点 (飛騨川と津屋川) の情報も加えた。

結果と考察

本研究で用いた85個体のスナヤツメ類の Multiplex PCR の産物は、いずれも Yamazaki *et al.* (2003) における北方種もしくは南方種に相当する2本の電気泳動バンドとして現れた (Fig. 1)。

この手法で判別した2種の分布には明瞭な違いがあった (Table 1, Fig. 2)。岐阜県内17地点の中で、北方種の分布は美濃地方平野部とその

近辺の 7 地点に限られていたが、南方種は飛騨地方を含む県内の 11 地点で確認された。同一地点で両種が採集されたのは伊自良川 (地点 8) だけであった。

岐阜県内でのスナヤツメ北方種と南方種の分布は平野と山地に分かれている傾向にあり、なおかつ河川の規模とも関係しているように思われた。北方種の採集された 6 地点のうち 3 地点 (地点 10, 11, 15) は湧水の影響が強い泥底の小河川であり、地点 13 も湧水によって周囲より水温の低くなった川砂混じりの泥底で採集されている。その一方で南方種は今川 (地点 6) や長良川 (地点 7) のような規模の大きな河川の砂底で多く採集されている。伊自良川 (地点 8) のような中規模河川では両種が同所的に採集されているが、小規模な湧水の河川に南方種が出現することはなく、大規模な河川の中・上流域に北方種が出現することはなかった。河川本流では北方種が 1 個体のみ長良川 (地点 12) で採集されているが、地点 12 は北方種が生息

する伊自良川との合流点下流であり、9 月に台風などによる増水が何度かあった後の 10 月に地元の川漁師が偶然採集したものである。そのため、地点 12 の北方種は伊自良川からの偶発的な流下による可能性がある。

本研究で示されたようなスナヤツメ 2 種の分布傾向の違いについてはこれまで報告されていない。富山県における両種の同所的生息地ではアンモシーテス幼生の微小生息環境に差が無いとされており (Yamazaki, 2007)、本研究においても伊自良川で両種の幼生が同所的に採集されていることから、幼生期の生態や生息環境の選好性に顕著な差は無いものと考えられる。しかし、成体に変態した後の行動については不明であり、河川内での成体の移動によって分布の違いが生じているのかもしれない。また、両種の生態的相違だけでなく、過去の分布変遷の歴史的要因によって分布傾向が異なる可能性もある。

岐阜県内におけるスナヤツメ北方種と同様な分布をする淡水魚の例としてハリヨ *Gasterosteus* sp. を挙げるができる。ハリヨは冷水性のトゲウオ科の淡水魚であり、岐阜県では美濃地方の湧水地帯に生息するため、分布域がスナヤツメ北方種と類似している。ハリヨは氷期に本州中部まで分布を南下させた冷水性のイトヨ太平洋型が、その後の温暖期に分布を北上させる過程で湧水に取り残された遺存種と考えられている (渡辺・森, 2003)。ハリヨのミトコンドリア DNA はイトヨ太平洋型の系統に含まれており、イトヨ太平洋型との間の遺伝的分化は大きくないが、遺存種 (遺存個体群) として数十万年程度の隔離を経ていると考えられている (Watanabe *et al.*, 2003)。岐阜県・静岡県などの南限域のスナヤツメ北方種のミトコンドリア DNA も、他地域の個体群との間の遺伝的分化は小さいものの、地域ごとに固有のハプロタイプに固定している (Yamazaki *et al.*, 2003)。したがって、岐阜県のスナヤツメ北方種は、ハリヨと同様のプロセスで湧水地帯に取り残され

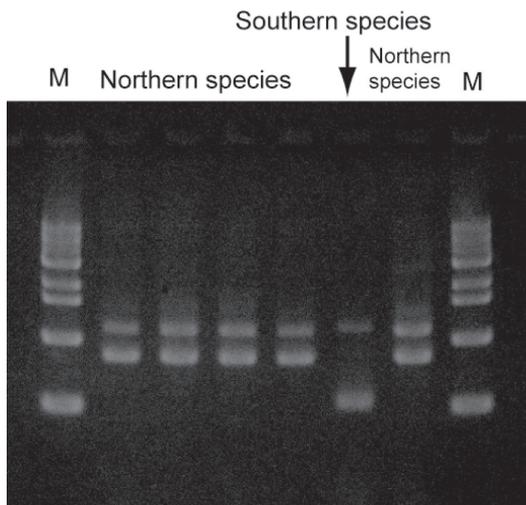


Fig.1 Agarose gel electrophoresis patterns of multiplex PCR method for identification of two cryptic lamprey species, *Lethenteron* sp. 1 (northern species) and sp. 2 (southern species). The method was followed after Yamazaki *et al.* (2003). M, DNA ladder marker.

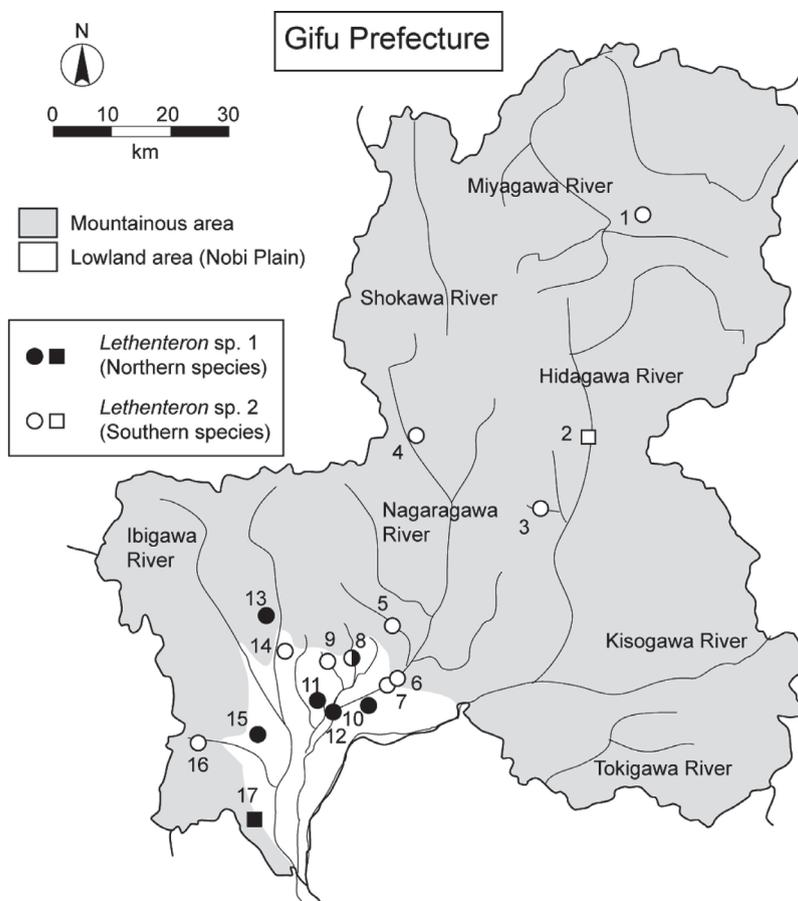


Fig.2 Distributions of two *Lethenteron* species in Gifu Prefecture, Japan. Circles (this study) and squares (Yamazaki et al., 2003) represent collection sites of the two species. Half closed circle (site 8) indicate sympatric habitat.

た氷期の遺存個体群の可能性がある。

一方、岐阜県のスナヤツメ南方種は河川本流を中流域から上流域まで分布している。岐阜県を流れる主要河川の源流域は隣接する水系としばしば近接しており、河川争奪による流路変更が頻繁に生じてきたものと考えられる。また、源流域が繋がった溢流地形も存在する。ひるがの高原で源流域が部分的につながっている岐阜県の長良川（太平洋側）と庄川（日本海側）の場合、河川上流に分布するアジメドジョウ *Niwaella delicata* のミトコンドリア DNA ハプロタイプが両河川で共通しており、溢流地形における氾濫などを通じた遺伝的交流があった

と考えられる (Kitagawa et al., 2001)。本研究でスナヤツメ類を採集した河川においても、南方種の分布する宮川（神通川水系：日本海側）と飛騨川（木曾川水系：太平洋側）の源流は近接しており、高山市一之宮町位山で部分的につながっている。滋賀県との県境でも岐阜県の今須川（揖斐川水系）と滋賀県の天野川（琵琶湖淀川水系）の源流は近接している。そのため、岐阜県のスナヤツメ南方種は上流域の河川争奪や溢流地形における氾濫などによって山間地を中心に分布を広げてきた可能性がある。したがって、岐阜県におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布の違いは、氷期の遺存種として湧水に取

り残された北方種と、それとは別に山地を通じて分布を広げてきた南方種という歴史の違いが影響した可能性も考えられる。

本研究の結果、岐阜県内のスナヤツメ北方種は分布が狭く、宅地化や農地整備などの人為的影響を受けやすい平野部に生息することが明らかになった。このことから、岐阜県のスナヤツメ北方種は、河川本流に広く分布する南方種より明らかに絶滅リスクが高いと考えられる。そのため、2010年に公表された岐阜県の改訂版レッドデータブック(岐阜県, 2010)では、本研究の一部を情報提供することでスナヤツメ北方種が絶滅危惧Ⅱ類、スナヤツメ南方種が準絶滅危惧として評価された。今後は、他県においても両種が分布する場合にはそれぞれの生息状況が大きく異なる可能性があるため、両種を区別して適切に評価した上で保全のための配慮をする必要があるだろう。

謝 辞

採集に協力していただいた岐阜県生活環境部地球環境課の山崎美恵氏、岐阜県河川環境研究所の大原健一氏(いずれも所属は当時)、岐阜県立岐阜高等学校自然科学部生物班の梅村啓太郎氏と二村凌氏、岐阜市在住の高倉三郎氏、岐阜市自然共生部自然環境課職員各位、採集と標本登録に協力していただいた岐阜県博物館の千藤克彦氏(現:岐阜県中津川市立坂下中学校)、DNA実験および資料整理の補助をしていただいた岐阜大学地域科学部の河手陽子氏と吉田喜子氏、岐阜県博物館への標本登録をしていただいた説田健一氏に深く感謝する。本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(課題番号21370035)と環境省地球環境研究総合推進費(課題番号RF-0910)を使用した。また、本研究の一部は岐阜県レッドデータブック改訂調査検討委員会の調査および岐阜市自然環境基礎調査としておこなった。

引用文献

- 岐阜県, 2001. 岐阜県の絶滅のおそれのある野生生物—岐阜県レッドデータブック—2001. 岐阜県, 岐阜.
- 岐阜県, 2010. 岐阜県レッドデータブック(改訂版). <http://www.pref.gifu.lg.jp/kankyo/shizen/red-data-dobutsu/> (2011.9.18 閲覧)
- 環境省, 2003. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 4 [汽水・淡水魚類]. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 環境省, 2010. 改訂レッドリスト付属説明資料 汽水・淡水魚類. 環境省自然環境局野生生物課, 東京.
- Kitagawa, T., Okazaki, T., Kashiwagi, M. and Yoshioka, M., 2001. Population structure and local differentiation in the delicate loach (*Niwaella delicata*) as revealed by mitochondrial DNA polymorphism. *Ichthyol. Res.*, **48**: 127-135.
- 日本魚類学会自然保護委員会・編集委員会, 2004. 研究材料として魚類を使用する際のガイドライン. *魚類学雑誌*, **51**: 79.
- 渡辺勝敏・森 誠一, 2003. ハリヨの系統的位置と遺伝的多様性. 後藤 晃・森 誠一(編著), トゲウオの自然史—多様性の謎とその保全—: 61-73. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- Watanabe, K., Mori, S. and Nishida, M., 2003. Genetic relationships and origin of two geographic groups of the freshwater threespine stickleback, 'Hariyo'. *Zool. Sci.*, **20**: 265-274.
- Yamazaki, Y., 2007. Microhabitat use by the larvae of two cryptic lamprey species in *Lethenteron reissneri* in a sympatric area. *Ichthyol. Res.*, **54**: 24-31.
- Yamazaki, Y., and Goto, A., 1996. Genetic differentiation of *Lethenteron reissneri* populations, with reference to the existence of discrete taxonomic entities. *Ichthyol. Res.*, **43**: 283-299.
- Yamazaki, Y., and Goto, A., 1997. Morphometric

and meristic characteristics of two groups of *Lethenteron reissneri*. Ichthyol. Res., **44**: 15-25.

Yamazaki, Y., Goto, A., Byeon, H. K., and Jeon, S. R., 1999. Geographical distribution patterns of the two genetically divergent groups of *Lethenteron reissneri* (Petromyzonidae). Biogeography, **1**: 49-56.

Yamazaki, Y., Goto, A. and Nishida, M., 2003. Mitochondrial DNA sequence divergence between two cryptic species of *Lethenteron*, with reference to an improved identification technique. J. Fish Biol., **62**: 591-609.

(2011年9月23日受領, 2011年11月14日受理)

付表. 標本リスト.

スナヤツメ北方種

GPM-Z (岐阜県博物館登録標本) 16436 (幼生1個体), 2008年9月20日, 管瀬川 (岐阜県揖斐川町): GPM-Z 16437 (幼生12個体, うち4個体をDNA解析), 2009年2月9日, 杭瀬川 (岐阜県大垣市): GPM-Z 16438 (幼生1個体), 2009年5月29日, 伊自良川 (岐阜県岐阜市): GPM-Z 16439 (幼生1個体), 2009年6月, 伊自良川: GPM-Z 16440 (幼生3個体), 2009年10月6日, 伊自良川: GPM-Z 16441 (幼生1個体), 2009年11月18日, 伊自良川: GPM-Z 16442 (幼生1個体), 2010年9月10日, 伊自良川: GPM-Z 16443 (幼生1個体), 2011年5月9日, 伊自良川: GPM-Z 16444 (幼生3個体), 2011年8月27日, 伊自良川: GPM-Z 16445 (幼生2個体), 2008年6月17日, 伊自良川: GPM-Z 16446 (幼生1個体), 2009年5

月21日, 伊自良川: GPM-Z 16447 (幼生1個体), 2011年8月27日, 伊自良川: GPM-Z 16448 (幼生19個体, うち10個体をDNA解析), 2008年10月9日, 五六川 (岐阜県瑞穂市): GPM-Z 16449 (幼生36個体, うち10個体をDNA解析), 2008年10月17日, 逆川 (岐阜県岐阜市): GPM-Z 16450 (成体1個体), 2010年4月9日, 逆川: GPM-Z 16469 (幼生1個体), 2011年10月16日, 長良川 (岐阜県岐阜市江崎).

スナヤツメ南方種

GPM-Z 16451 (幼生6個体), 2008年8月9日, 宮川水系 (岐阜県高山市): GPM-Z 16452 (幼生1個体), 2008年8月9日, 宮川 (岐阜県高山市): GPM-Z 16453 (幼生3個体), 2009年2月21日, 和良川 (岐阜県郡上市和良町): GPM-Z 16454 (幼生1個体), 2009年4月24日, 今須川 (岐阜県大垣市): GPM-Z 16455 (幼生1個体), 2009年5月31日, 今須川: GPM-Z 16456 (幼生1個体), 2009年6月, 伊自良川 (岐阜県岐阜市): GPM-Z 16457 (幼生1個体), 2009年11月18日, 伊自良川: GPM-Z 16458 (幼生1個体), 2011年5月9日, 伊自良川: GPM-Z 16459 (幼生1個体), 2011年8月27日, 伊自良川: GPM-Z 16460 (幼生2個体), 2008年6月17日, 伊自良川: GPM-Z 16461 (幼生2個体), 2010年10月18日, 板屋川 (岐阜県岐阜市): GPM-Z 16462 (成体6個体, 幼生6個体), 2010年11月21日, 今川 (岐阜県関市): GPM-Z 16463 (成体1個体), 2008年4月22日, 武儀川 (岐阜県関市): GPM-Z 16464 (成体1個体), 2009年2月11日, 武儀川: GPM-Z 16465 (幼生1個体), 2011年7月, 長良川流入水路 (岐阜県郡上市大和町).